## Mg0+Ca0 混合バッファ層による NbN 超伝導極薄膜の高 Tc 化

Tc improvement of the NbN ultra-thin films by the MgO+CaO mixed buffer layer

<sup>O</sup>川上 彰<sup>1</sup>、牧瀬 圭正<sup>1</sup>、鵜澤 佳徳<sup>1</sup>(1.情通機構)

<sup>°</sup>A. Kawakami<sup>1</sup>, K. Makise, Y. Uzawa (1. NICT)

E-mail: kawakami@nict.go.jp

我々はテラヘルツから赤外領域における電磁 波検出器として、窒化ニオブ超伝導ホットエレク トロンボロメータ(NbN-HEB)の研究・開発を行っ ている。NbN-HEB は薄膜アンテナの給電点に膜 厚4nm程度の超伝導極薄膜ストリップを配置、 臨界温度付近の大きな抵抗変化を利用したボロ メータである。その為、検出器の高感度化・高速 化には、高い転移温度(T<sub>c</sub>)を有する超伝導極薄膜 の形成が重要で、我々は単結晶酸化マグネシウム (MgO)基板を用いたヘテロエピタキシャル NbN 極薄膜を NbN-HEB 作製に用いてきた。

NbN と MgO は同じ NaCl 結晶構造だが、その 格子定数には5%程度のミスマッチが存在する  $(a_{NbN}=0.446 \text{ nm}, a_{MgO}=0.421 \text{ nm})_{\circ}$ また NbN の Tc と格子定数との間には強い関係性が知られてお り、初期成長膜はミスマッチの影響による Tcの 低下が考えられるが、現状として HEB 構築には ミスマッチを緩衝する初期成長膜域内の極薄膜 を使用している。基板材料として、より格子整合 性の良い SiC (asic=0.436 nm)の使用も有効である が、2%程度のミスマッチは残る。我々は以前か ら NbN、MgO、MnO、TiN など NaCl 結晶構造の 材料同士が相互にエピタキシャル成長すること を示してきた[1.2]。そこで今回、同構造の誘電体 材料を混合、平均的な格子定数を NbN と一致さ せ、バッファ層として用いることで、NbN 極薄 膜の高 Tc 化を試みた。今回、MgO と酸化カルシ ウム(CaO: a<sub>CaO</sub>=0.480 nm)との混合焼結ターゲッ トを作製した。MgO+CaO 混合バッファ層(以下バ ッファ層)成膜法としては rf スパッタ法とイオン ビームスパッタ(IBS)法を用いた。

表1及び2に各スパッタ法におけるターゲット 組成及び成膜条件を示す。共に MgO 単結晶基板 上にバッファ層を成膜、同一真空中にて NbN 薄 膜を連続成膜した。NbN 成膜には DC 反応性スパ ッタ法を用いた[3]。バッファ層、NbN 薄膜共に、 室温下にて成膜した。図1 に IBS 法による MgO+CaO 混合薄膜(膜厚 20 nm)の XRD パターン 及び RHEED パターンを示す。XRD パターンよ り 40 度付近に回折ピークが観測された。これは (200)面間隔とした場合、NbN に比べ若干長い格 子定数 0.453 nm に相当する。また RHEED パタ ーンでは明瞭なスポットが観測され、同バッファ 層が良好な結晶性を有することが分かった。

図 2 に NbN 薄膜の T<sub>c</sub> 及び 20K 抵抗率 ρ<sub>20K</sub>の 膜厚依存性を示す。ここで rf スパッタ法による バッファ層(膜厚 7.2nm)上に形成した NbN 薄膜の



TABLE I RF-SPUTTERING CONDITIONS OF MGO+CAO FILMS



T<sub>c</sub>、 $\rho_{20K}$ を各々●、○、MgO 基板上の NbN 薄膜 (膜厚 4.3 nm)を各々■、□とした。また比較とし てMgO 基板上のエピタキシャル NbN 薄膜の報告 値を▲、△で示す[3]。今回、バッファ層を用い ることで T<sub>c</sub>は約 0.7 K 向上し、膜厚 3 nm におい ても約 11.5 K の高い T<sub>c</sub>を示した。また IBS 法に より形成したバッファ層上の NbN 薄膜において も同様に 0.7 K 程度の T<sub>c</sub>の向上を確認した。一 方バッファ層を用いることで  $\rho_{20K}$ は増大してい る。今後、成膜条件の最適化が必要である。 【参考文献】[1] A. Kawakami, et al., IEEE Trans. Appl. Supercond., vol. 15, pp. 984 (2005), [2] 川上他、電子情報通信学 会論文誌、C, Vol. J84-C、No.4、pp.300、(2001), [3] 三木他、 電子情報通信学会論文誌、C, Vol. J83-C、No.9、pp.867、(2000)